

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-139060

(43)公開日 平成8年 (1996) 5月31日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 2 1 M		H 0 1 L 21/88	K
21/3205	S			

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平6-295582
(22)出願日	平成6年 (1994) 11月4日

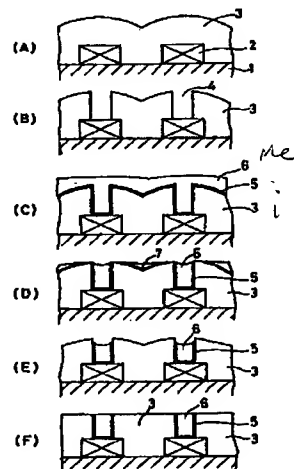
(71)出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(72)発明者	布施 晃広 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会 社リコー内
(74)代理人	弁理士 野口 繁雄

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び化学的機械研磨装置

(57)【要約】

【目的】 一連のプロセスからなる化学的機械研磨を用いて接続孔に金属を埋め込むとともに、絶縁膜表面も平坦化する。

【構成】 半導体基板1上に形成された金属配線2の上に層間絶縁膜3を形成し、層間絶縁膜3に接続孔4を形成した後、層間絶縁膜3上から金属膜6を形成する。化学的機械研磨プロセスにより酸性研磨液を用いて金属膜6を研磨する。この化学的機械研磨では研磨面に層間絶縁膜3の表面が露出した時点を、キャリアヘッドの回転トルクの変化やウエハの厚さ方向の導電率の変化から検知し、その時点を終点として、そのまま金属膜の研磨をある量継続する。その後、金属膜用研磨液の供給を停止し、それに代えて純水を研磨面に供給してリンスを行なった後、絶縁膜用のアルカリ性研磨液に切り換えて層間絶縁膜3を研磨し、その表面を平坦化する。このときの研磨では接続孔4に埋め込まれた金属6が層間絶縁膜3の研磨のストッパとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板ウエハ上に絶縁膜を形成し、その絶縁膜の所定の位置に接続孔を形成した後、その絶縁膜上から金属膜を形成し、前記ウエハの裏面側をキャリアヘッドにより保持し、前記ウエハの表面側を研磨パッドに押しつけながら回転させ、以下の工程（A）から（C）を含む一連の化学的機械研磨により前記金属膜を接続孔に埋め込むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

（A）ウエハ表面と研磨パッドの間に、研磨材を含み金属に対する研磨速度を高めるように調製された金属膜用研磨液を供給して、絶縁膜が露出し、接続孔以外の部分には金属膜が残らないようになるまで金属膜を研磨する工程、（B）その後、ウエハ表面と研磨パッドの間に供給するのを金属膜用研磨液から水に切り換えて研磨面をリンスする工程、（C）その後、ウエハ表面と研磨パッドの間に供給するのを、水から、研磨材を含み絶縁物に対する研磨速度を高めるように調製された絶縁膜用研磨液に切り換え、接続孔に埋め込まれた金属膜をストップとして絶縁膜を研磨し、絶縁膜表面を平坦化する工程。

【請求項2】 金属膜を研磨する前記工程（A）では、キャリアヘッドの回転トルクの変化から金属膜研磨の終点を検知し、その終点検知後さらに所定量の研磨を続ける請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 金属膜を研磨する前記工程（A）では、前記ウエハの表面側と裏面側との間でのそのウエハの厚さ方向の導電率の変化から金属膜研磨の終点を検知し、その終点検知後さらに所定量の研磨を続ける請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記金属膜がタングステン膜である請求項1～3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記金属膜がアルミニウム膜又はアルミニウム合金膜である請求項1～3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記金属膜が銅膜である請求項1～3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 上面が水平面となり、その水平面に研磨パッドを有し、水平面内で回転する研磨定盤と、ウエハ基板の裏面を保持し、そのウエハ基板の表面を前記研磨パッドに押しあて、荷重をかけて水平面内で回転させるヘッド機構と、ヘッド機構の回転トルクを検出し、その検出した回転トルクからその研磨工程の終点を検知する回転トルク測定系と、研磨パッド上へ金属膜用研磨液、絶縁膜用研磨液及び純水を切り換えて供給できる研磨液供給部と、を備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項8】 上面が水平面となり、その水平面に研磨パッドを有し、水平面内で回転する研磨定盤と、ウエハ基板の裏面を保持し、そのウエハ基板の表面を前

記研磨パッドに押しあて、荷重をかけて水平面内で回転させるヘッド機構と、

ウエハ基板の厚さ方向の導電率を検出し、その検出した導電率からその研磨工程の終点を検知する導電率測定系と、

研磨パッド上へ金属膜用研磨液、絶縁膜用研磨液及び純水を切り換えて供給できる研磨液供給部と、を備えたことを特徴とする研磨装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の製造方法とそれに用いる化学的機械研磨装置に関し、特にウエハプロセスのうち多層配線を形成する工程で接続孔（コンタクトホールとビアホールの両方を含む）に金属を埋め込むとともに、その接続孔が形成されている絶縁膜表面を平坦にするプロセスに特徴を有する製造方法とそれに用いる装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近、半導体装置の微細化と集積化が進むにつれて多層配線は必要不可欠な技術となってきた。しかし、従来の技術の延長では、絶対段差が激しくなり、フォトリソグラフィのマージンが確保できなくなったり、層間絶縁膜や配線用金属膜のカバレッジが十分に確保できないという問題が生じ、金属配線を形成する絶縁膜表面を平坦化することが強く求められている。そこで、これらの問題を解決する1つの手法として、絶縁膜の成膜プロセス側からのアプローチも行なわれているが、その手法では部分的な平坦化は実現できるものの、完全平坦化は極めて困難な状況である。

30 【0003】 最近積極的に検討されているのが化学的機械研磨（Chemical Mechanical Polishing；CMP）技術である。この化学的機械研磨では従来の単純な機械研磨技術に加えて、研磨対象物がシリコン酸化膜のような絶縁物の場合にはアルカリ性に調製した研磨液（スラリー）を使用し、研磨対象物が金属膜の場合には酸性に調製した研磨液を用いる。このように、化学的機械研磨では研磨対象物に従って研磨液を選択することにより、化学的な研磨も同時に行なわせて絶縁物と金属との間での研磨速度の選択性を利用する。

40 【0004】 具体的に化学的機械研磨を利用した方法として、接続孔に金属を埋め込む技術が提案されている。そこでは、絶縁膜に設けた接続孔に埋め込むための金属膜を形成した後、絶縁膜よりも金属膜の研磨速度が大きくなる研磨液を用いて金属膜を化学的機械研磨し、絶縁膜をストップとして金属膜を接続孔に埋め込むことが紹介されている（「日経マイクロデバイス」誌、1992年6月号、66～67頁参照）。また、そこでは金属膜パターンを形成し、それを被う絶縁膜を形成した後、絶縁膜研磨用の研磨液を用いて金属膜をストップとして絶縁膜の研磨を行なうことも紹介されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の文献に紹介されているような化学的機械研磨では、絶縁膜形成後に絶縁膜用の化学的機械研磨を行なうか、又は金属膜形成後に金属膜用の化学的機械研磨を行なうというように、それぞれ化学的機械研磨プロセスを行なうものである。そのため、例えば金属膜を研磨して接続孔に金属を埋め込む方法では、研磨後の絶縁膜表面の平坦性はその絶縁膜の当初の平坦性に大きく依存し、金属膜形成前の絶縁膜表面の凹凸が金属膜の化学的機械研磨後にも残ることになる。もし、接続孔に金属を埋め込み、かつ絶縁膜表面も平坦にしようとするれば、金属膜形成前にいったん絶縁膜を化学的機械研磨により平坦化した後、接続孔を形成し、金属膜形成後に再び金属膜用の化学的機械研磨を行なうというように、結果的に2度の化学的機械研磨を行なう必要があり、工程数が増え、プロセスが複雑になり、製造コストの上昇を招くという問題がある。

【0006】本発明は化学的機械研磨を用いて接続孔に金属を埋め込むとともに絶縁膜表面も平坦化し、しかもその化学的機械研磨を一連のプロセスにより行なえるようにすることによって、工程数を減らし製造コストの上昇を抑え、高い安定性と再現性をもって平坦化する方法を提供することを目的とするものである。本発明はまた、そのような方法を実施するのに適した化学的機械研磨装置を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、半導体基板ウエハ上に絶縁膜を形成し、その絶縁膜の所定の位置に接続孔を形成した後、その絶縁膜上から金属膜を形成し、ウエハの裏面側をキャリアヘッドにより保持し、ウエハの表面側を研磨パッドに押しつけながら回転させて研磨を行なうが、その研磨は次の工程(A)から(C)を含む一連の化学的機械研磨である。(A)ウエハ表面と研磨パッドの間に、研磨材を含み金属に対する研磨速度を高めるように調製された金属膜用研磨液を供給して、絶縁膜が露出し、接続孔以外の部分には金属膜が残らないようになるまで金属膜を研磨する工程。(B)その後、ウエハ表面と研磨パッドの間に供給するのを金属膜用研磨液から水に切り換えて研磨面をリンスする工程。(C)その後、ウエハ表面と研磨パッドの間に供給するのを、水から、研磨材を含み絶縁物に対する研磨速度を高めるように調製された絶縁膜用研磨液に切り換え、接続孔に埋め込まれた金属膜をストップとして絶縁膜を研磨し、絶縁膜表面を平坦化する工程。金属膜用研磨液は酸性に調製された酸性研磨液や金属の研磨を促進する促進剤を添加した研磨液である。絶縁膜用研磨液はアルカリ性に調製されたアルカリ性研磨液や絶縁物の研磨を促進する促進剤を添加した研磨液である。

【0008】好ましい態様では、金属膜を研磨する工程(A)では、キャリアヘッドの回転トルクから金属膜研

磨の終点を検知する。終点検知は回転トルクが所定の大きさ以上に増大した時点、又はさらにその変化率が所定の条件を満たした時点を検出して終点とし、その終点検知後さらに所定量の研磨を続ける。他の好ましい態様では、金属膜を研磨する工程(A)では、ウエハの表面側と裏面側との間でのそのウエハの厚さ方向の導電率から金属膜研磨の終点を検知する。終点検知は導電率が所定の大きさ以下に低下した時点、又はさらにその変化率が所定の条件を満たした時点を検出して終点とし、その終点検知後さらに所定量の研磨を続ける。金属膜の好ましい例としては、タングステン膜、アルミニウム膜もしくはアルミニウム合金膜、又は銅膜を用いることができる。

【0009】本発明の研磨装置は、上面が水平面となり、その水平面に研磨パッドを有し、水平面内で回転する研磨定盤と、ウエハ基板の裏面を保持し、そのウエハ基板の表面を前記研磨パッドに押しあて、荷重をかけて水平面内で回転させるヘッド機構と、ある研磨工程の終点を検知する測定系と、研磨パッド上へ金属膜用研磨液、絶縁膜用研磨液及び純水を切り換えて供給できる研磨液供給部とを備えている。ある研磨工程の終点を検知する測定系は、ヘッド機構の回転トルクを検出し、その検出した回転トルクが予め設定された参照レベルに達した時点、もしくはさらに回転トルクの変化率が所定の条件を満たした時点を検出して終点とする回転トルク測定系、又はウエハ基板の厚さ方向の導電率を検出し、その検出した導電率が予め設定された参照レベル以下に低下した時点、もしくはさらに導電率の変化率が所定の条件を満たした時点を検出してその研磨工程の終点とする導電率測定系である。

【0010】図1を参照して本発明の化学的機械研磨プロセスの一例を説明する。

(A)半導体基板1上に形成された金属配線2の上に層間絶縁膜3を形成する。

(B)フォトリソグラフィ工程とエッチング工程により接続孔4を形成する。

(C)層間絶縁膜3上から金属膜6を形成する。このとき、必要があれば金属膜の形成に先立って密着層5を形成する。ここまでの工程は全て既知の工程である。

【0011】(D)半導体基板1のウエハの裏面側を研磨装置のキャリアヘッドにより保持し、ウエハの表面側を研磨パッドに押しつけながら回転させて、化学的機械研磨プロセスにより金属膜6(密着膜5が形成されているときは密着膜5も金属膜6と同時に研磨する。以下においても同じ。)を研磨する。この化学的機械研磨の研磨液としては金属膜用に酸性に調製された研磨液を用いる。

【0012】研磨面に層間絶縁膜3の表面が露出した時点、キャリアヘッドの回転トルクの変化やウエハの厚さ方向の導電率の変化から検知し、その時点を終点とす

る。終点では図に示されるように、層間絶縁膜3の表面が金属配線2間で落ち込んだ部分にはまだ金属膜の一部7が残った状態である。

【0013】(E) 研磨面に層間絶縁膜表面が露出した後もそのまま金属膜の研磨をある量継続することにより、工程(D)で残っていた金属膜の一部7を完全に除去する。しかし、この時点では層間絶縁膜3の表面の平坦性はそれほど実現されていない。キャリアヘッドの回転を続けながら、この時点で金属膜用の研磨液の供給を停止し、それに代えて純水を研磨面に供給することによりリンスを行ない、研磨面での金属膜用の研磨液を純水に置換する。

【0014】(F) その後、純水の供給からアルカリ性に調製された絶縁膜用の研磨液に切り換えて供給し、層間絶縁膜を研磨して層間絶縁膜3の表面を平坦化する。このときの研磨の終点検知は不要であり、接続孔4に埋め込まれた金属6が層間絶縁膜3の研磨のストッパとなる。そのため、この研磨プロセスの安定性や再現性は容易に得られる。

【0015】本発明の化学的機械研磨は研磨液の切換えを含む一連の化学的機械研磨である。その特徴は次のように整理することができる。

① 金属膜用の研磨液を用いて金属膜を研磨し、金属膜の研磨の終点を検知し、金属膜研磨の終点検知後も所定量の金属研磨を継続する。

② リンス工程を経て研磨液を絶縁膜用の研磨液に切り換え、金属をストッパとして絶縁膜を研磨する。

【0016】金属膜研磨の終点検知について説明する。一般に、化学的機械研磨プロセスにおいてその終点検知は、終点となる研磨面が被研磨物の領域内に現れた時点を終点とするものであるが、キャリアヘッドと研磨定盤との位置関係や容量など、連続的に変化する量をもとにして検知しようとする、検知精度や再現性に問題がある。しかし、本発明のように金属膜と絶縁膜の界面に研磨の終点を求めるというように、異種材料間の界面に研磨の終点を求める場合にはそのように問題はなく、比較的容易に研磨の終点を求めることができる。特に、金属膜と絶縁膜との界面の検出に関しては、キャリアヘッドの回転トルクの変化量や半導体基板ウエハの導電率の変化量は有効な情報となる。本発明ではこれらの情報をもとに研磨の終点を求めることにより、プロセスの安定性に優れ、再現性の良好な制御が可能となる。

【0017】金属膜研磨の終点検知後もある量の研磨を継続するのは以下の理由からである。一般に、層間絶縁膜の段差被覆形状は下地の金属配線パターンを反映し、配線パターン間上の層間絶縁膜の表面は落ち込んだ形となっている。層間絶縁膜の成膜プロセスに工夫を加えることにより、この落ち込んだ形状はいくらか解消することができる。これがいわゆる部分的平坦化と称されているものであるが、完全平坦化は不可能である。そこで、

この状態の層間絶縁膜上に金属膜を形成し、化学的機械研磨により金属膜の研磨を行ない、層間絶縁膜の一部が露出した時点で研磨を中止すると、層間絶縁膜表面の落ち込んだ領域上に形成された金属膜は研磨の終点時においても一部が残った状態となる。この状態のまま半導体装置の製造工程を続行すると、この残った一部の金属膜が配線間のショートの原因になり、信頼性及び歩留まりの低下を招く。そこで、本発明においては金属膜の終点検知後も所定の量の研磨を継続することにより、層間絶縁膜表面の落ち込み領域に残った一部の金属膜を除去する。その結果、本発明では層間絶縁膜の表面を敢えて平坦にするための複雑な部分的平坦化プロセスは必要ではなく、層間絶縁膜の成膜工程の自由度を広げるのに寄与する。

【0018】金属膜研磨用の研磨液から純水に切り換えるリンス工程は、金属膜用研磨液として酸性研磨液を使用していた場合に、それからからいきなり絶縁膜用の研磨液としてアルカリ性研磨液に切り換えると発熱したり生成物が発生するので、それを防ぐのが主な目的であり、また、研磨の終点を明確にし、再現性を向上させるのにも役立つ。絶縁膜用の研磨液を用いて層間絶縁膜を研磨する場合、一般にはその終点検知が大きな課題であるが、本発明においては接続孔にすでに埋込みがなされている金属をストッパとして研磨できるため、プロセスの安定性や再現性が向上する。

【0019】

【実施例】図2(A)は本発明を実施するための化学的機械研磨装置の第1の例を示したものである。21は研磨定盤であり、その上面が水平面となり、回転軸22によって水平面内で回転する。その水平面の上面には研磨パッド23が貼りつけられている。被研磨物である半導体ウエハ24はその裏面側がキャリアヘッド25によって吸着されて保持される。キャリアヘッド25にはウエハ24の表面を研磨パッド23に押しつけるように荷重がかけられ、ヘッド25はモータ26によって回転させられてウエハ24の表面を研磨する。

【0020】キャリアヘッド25の回転軸にはキャリアヘッド25の回転トルクを検出し、その検出した回転トルクが予め設定された参照レベルに達したときをその研磨工程の終点として検知する回転トルク測定系27が設けられている。回転トルク測定系27は、キャリアヘッド25の回転軸に設けられキャリアヘッド25の回転数をエンコーダなどにより検出する回転モニタ35と、回転モニタ35の検出信号を入力し、電源37からモータ26に通ずる電流を負帰還制御してキャリアヘッド25の回転数を一定に保つ駆動制御部36と、キャリアヘッド25の回転速度を一定に保つためにモータ26へ通ずる電流に対応したトルク信号S₁を例えば電圧値として検出し、金属膜研磨の終点に対応した回転トルクの参照信号レベルL₁と比較してパルス駆動部39を介して研

磨液の種類の変更を行なわせる比較部38aとを含んでいる。

【0021】研磨パッド23上に研磨液を供給するために、金属膜用研磨液を供給する金属膜用研磨液供給装置28、リンス用の純水を供給するリンス液供給装置29、及び絶縁膜用研磨液を供給する絶縁膜用研磨液供給装置30が設けられており、それぞれの供給装置28、29、30はそれぞれの出口に設けられたバルブ31、32、33により選択されて供給されるようになっている。バルブ31、32、33は比較部38aの出力に応じてバルブ駆動部39により開閉が制御される。

【0022】図2(A)の装置を用いて図1に示されたプロセスを実施する実施例を説明する。既知の技術により層間絶縁膜にビアホールを開いたサンプルに対して、密着層としてリアクティブスパッタリング法を用いてTiN膜を約500Åの厚さに成膜した後、そのビアホールを埋め込むための金属としてWF₆ガスを用いたCVD法によりタングステン膜を約8000Åの厚さに成膜した。このサンプルを図2(A)の化学的機械研磨装置のキャリアヘッド25にセットした。

【0023】バルブ31を開けて金属膜用研磨液を金属膜用研磨液供給装置28から研磨パッド23上に供給し、タングステン膜の研磨を行なった。このときの条件を以下に示す。

研磨液流量： 250ml/分
定盤回転数： 18rpm
キャリアヘッド回転数： 700rpm
キャリアヘッド圧力： 5psi

【0024】キャリアヘッド25の回転トルクを回転トルク測定系27でモニタしながら予め行なった予備実験において、図2(B)に示されるような回転トルクの変化曲線が得られた。矢印で示されるように回転トルクS₁が参照信号レベルL₁まで増大する時点は、研磨面に現れた層間絶縁膜の面積が一定になった時点であり、その点を金属膜研磨の終点とし、その時点からさらに3分間研磨を継続し、ここまです金属膜の研磨工程とした。やはり、同条件での予備実験の結果、この時点でのサンプル表面の顕微鏡観察により、層間絶縁膜の落ち込み領域にはタングステン膜が残っていないことを確認した。

【0025】バルブ31を閉じて金属膜用研磨液の供給をやめ、金属膜の研磨を終了させるとともに、バルブ32を開けてリンス液供給装置29から純水を300ml/分の流量で流してリンス工程を2分間行なった。リンス工程でもキャリアヘッド25は回転させておく。

【0026】次に、バルブ32を閉じてリンス工程を終了させるとともに、バルブ33を開けて絶縁膜用研磨液供給装置30から絶縁膜用研磨液を供給し、絶縁膜の研磨を行なった。絶縁膜の研磨の条件は以下に示す通りである。

研磨液流量： 200ml/分

定盤回転数： 12rpm
キャリアヘッド回転数： 500rpm
キャリアヘッド圧力： 8psi

【0027】研磨時間を4分間、5分間、6分間と変化させて層間絶縁膜を研磨し、その表面及び断面を観察したところ、4分間の研磨ですでに層間絶縁膜と接続孔に埋め込まれたタングステンの表面がほぼ同一面になり、平坦化が十分になされていた。6分間研磨した場合は、タングステンの表面が少し落ち込む、いわゆるディッシングが見られたが、その量は許容できるものであった。また4分間、5分間、6分間の何れの研磨においても層間絶縁膜の厚さは殆ど変わらなかった。このことから、上記の絶縁膜研磨条件では層間絶縁膜の研磨に対してタングステンがストッパとして有効に作用していることが分かる。所定時間の絶縁膜研磨の後、バルブ33を閉じて絶縁膜用研磨液の供給をやめ、絶縁膜の研磨を終了させるとともに、バルブ32を開けてリンス液供給装置29から純水を300ml/分の流量で流してリンスを行ない、研磨面から研磨液を除去する。

【0028】(実施例2)図3(A)は化学的機械研磨装置の他の例を示したものである。図2(A)の装置と比較すると、金属膜研磨の終点を検知するための測定系として、回転トルク測定系27に代えて、ウエハ24の厚さ方向の導電率を検出し、その検出した導電率が予め設定された参照レベル以下に低下したときをその研磨工程の終点として検知する導電率測定系40を設けている点で主として異なる。モータ26は電源部37aにより一定速度で回転するように制御される。

【0029】導電率測定系40は、キャリアヘッド25から半導体ウエハ24、研磨定盤21を経てグラウンドに電流を流す電源部41と、電源部41から流される電流又は印加電圧から半導体ウエハ24の導電率に対応した信号S₂を例えば電圧値として検出し、金属膜研磨の終点に対応した導電率の参照信号レベルL₂と比較してバルブ駆動部39を介して研磨液の種類の変更を行なわせる比較部38bとを含んでいる。研磨液を供給する機構は図2(A)のものと同じである。

【0030】図3(A)の装置を用いて図1に示されたプロセスを実施する実施例を説明する。既知の技術を用いて層間絶縁膜にビアホールを開いたサンプルに対して、密着層としてコリメートスパッタリング法を用いてTi膜を約500Åの厚さに成膜した後、ビアホールに埋め込む金属として純アルミニウムをターゲットとするスパッタリング法によりアルミニウム膜を約900Åの厚さに成膜し、その後真空中で約450℃に加熱してリフローを行ない、ビアホールにアルミニウムを埋め込んだ。

【0031】このサンプルに対し、実施例1と同じ条件でアルミニウムを研磨して平坦化を行なった。ただし、このときのアルミニウム膜研磨の終点検知の手段として

は、図3(A)に示す如く、導電率測定系40によりサンプルのウエハ24の厚さ方向の導電率の変化を測定し、その変化から終点を求めた。

【0032】導電率の変化を測定した予備実験の結果、図3(B)に示すような結果が得られた。図3(B)に矢印で示されるように、導電率が参照信号レベルL₁まで低下した時点は研磨面に現れた層間絶縁膜の面積が一定になった時点であり、その時点を金属膜研磨の終点とし、その時点からさらに2分間研磨を継続し、ここまです金属膜の研磨工程とした。やはり、同条件での予備実験の結果、この時点でのサンプル表面の顕微鏡観察により層間絶縁膜の落ち込み領域にはアルミニウム膜が残っていないことを確認した。

【0033】その後、実施例1と同様の工程でリンス工程と層間絶縁膜研磨を行なって十分な埋込み平坦化を実現した。図2と図3に示した実施例における研磨液の切り換え動作を図4のタイムチャートにまとめて示す。この動作はバルブ駆動部39に格納されたプログラムにしたがって自動的に実行することができる。ビアホールを埋め込むために、この実施例では純アルミニウム膜を用いたが、AlSiCu(Si1%, Cu0.5%)などのようなアルミニウム合金を用いても同様の効果が得られる。

【0034】なお、上記の実施例1及び2において、金属研磨の終点検知後も2~3分間の金属研磨を継続しているが、金属研磨の終点検知の時点で層間絶縁膜の表面上に金属が全く残らない程度の平坦性が得られるような層間絶縁膜の形成プロセスを採用している場合には、金属研磨の終点検知後の金属膜の研磨は必要ないことはいうまでもない。

【0035】(実施例3)図3(A)の装置を用いて行なった他の実施例を説明する。実施例2と同様に既知の技術により層間絶縁膜にビアホールを開口したサンプルに対して、まず下地メタル膜としてスパッタリング法によりタングステン膜を約500Åの厚さに成膜し、その後ビアホールを埋め込む金属膜としてスパッタリング法によりCu膜を約8000Åの厚さに成膜し、そのまま真空中で約450℃のアニールを20分間行ない、ビアホールにCuを埋め込んだ。このサンプルに対し、実施例2と同様の条件でCuを研磨し、平坦化を行なった。

【0036】Cuの研磨条件は次の通りである。

研磨液流量: 300ml/分
定盤回転数: 10rpm
キャリアヘッド回転数: 600rpm
キャリアヘッド圧力: 5psi

【0037】銅膜研磨の終点検知は実施例2と同様に導電率測定系40によるウエハ24の厚さ方向の導電率の変化から行なった。この実施例においても実施例2と同様に終点からさらに2分間研磨を継続し、ここまです金

属の研磨工程とした。やはり、同条件での予備実験の結果、この時点でのサンプル表面の顕微鏡観察により、層間絶縁膜の落ち込み領域には銅膜が残っていないことを確認した。

【0038】これ以降の工程は実施例1と同じ内容及び条件であり、その結果十分な埋込み平坦化を実現した。この実施例では銅の成膜手法としてスパッタリング法を用いているが、接続孔への埋込みが十分になされるものであれば、別の手法、例えばECR-CVD法などを用いても同様の結果が得られる。

【0039】

【発明の効果】本発明の製造方法では金属膜研磨工程、リンス工程及び層間絶縁膜研磨工程を一連の化学的機械研磨プロセスで行なえるため、工程数を増加させることなく、埋込み平坦化を実現することができる。そして、金属膜研磨の工程において、金属膜研磨の終点検知後も所定量の金属膜研磨を継続することにより、層間絶縁膜表面の落ち込み領域に金属が残らないようにすることができ、上層金属配線間のショートなどの発生しない信頼性の高い半導体装置を得ることができる。埋込み用金属としてタングステンを用いると、タングステンは段差被覆性に優れ、微細な溝や接続穴を確実に埋め込むことができ、高い信頼性を得ることができる。また、埋込み用金属としてアルミニウムやアルミニウム合金を使用すれば、多層配線部分のコストが低下する。埋込み用金属として銅を用いれば、銅は低抵抗材料であり、高速動作に適した半導体装置を得ることができる。金属膜研磨の終点を求めるのにキャリアヘッドの回転トルクの変化や半導体基板ウエハの厚さ方向の導電率の変化を用いると、終点検知の安定性や再現性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法を示す工程断面図である。

【図2】(A)は化学的機械研磨装置の一実施例を示す概略構成図であり、(B)はその化学的機械研磨装置を用いて金属膜を研磨する際の回転トルクの変化を示す図である。

【図3】(A)は化学的機械研磨装置の他の実施例を示す概略構成図であり、(B)はその化学的機械研磨装置を用いて金属膜を研磨する際の導電率の変化を示す図である。

【図4】実施例の動作をまとめて示すタイムチャート図である。

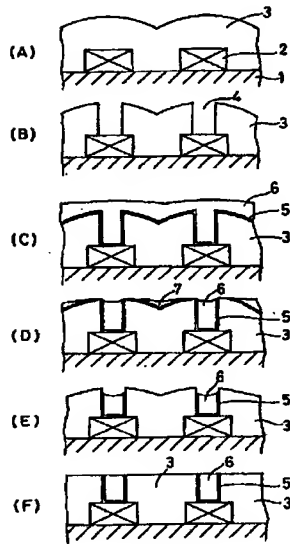
【符号の説明】

- | | |
|----|-------|
| 1 | 半導体基板 |
| 2 | 金属配線 |
| 3 | 層間絶縁膜 |
| 4 | 接続孔 |
| 5 | 金属膜 |
| 21 | 定盤 |
| 23 | 研磨パッド |

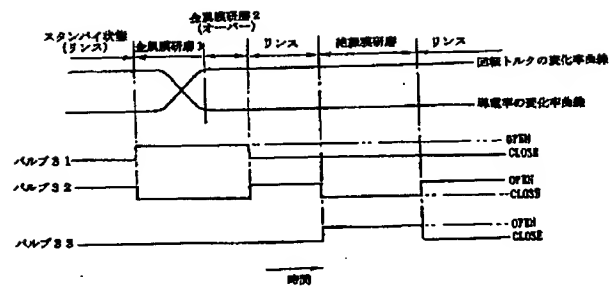
11
24 ウエハ
25 キャリアヘッド
27 回転トルク測定系
28 金属膜用研磨液供給装置

12
29 リンス液供給装置
30 絶縁膜用研磨液供給装置
31, 32, 33 バルブ
40 導電率測定系

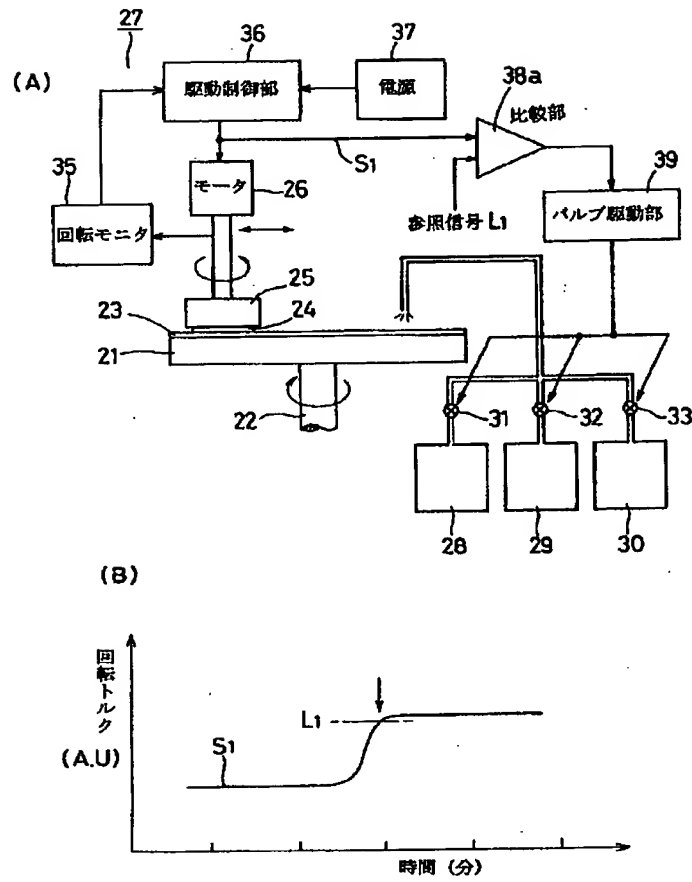
【図1】



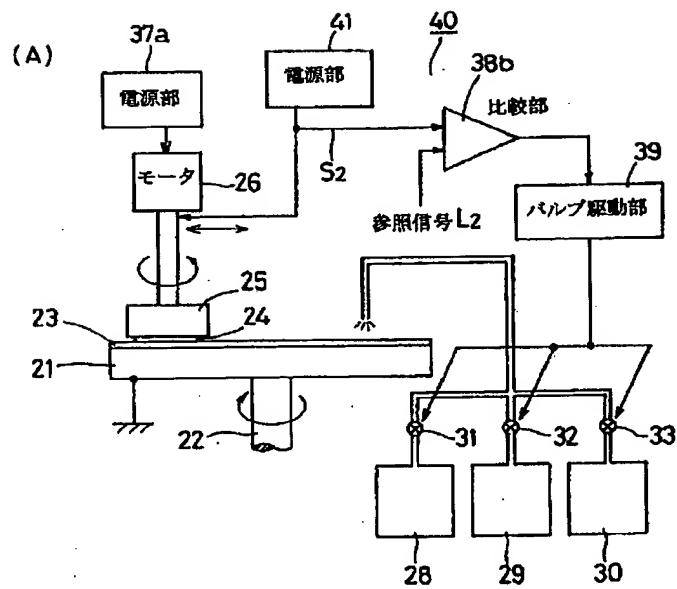
【図4】



【図2】



【図3】



(B)

